

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-85847

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 M	2/02	A		
	2/16	Z		
	2/18	R		
	10/34			

審査請求 未請求 請求項の数59 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平5-231192

(22) 出願日 平成5年(1993)9月17日

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 森下 展安

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 浜田 真治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 松田 宏夢

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 小鍛冶 明 (外2名)

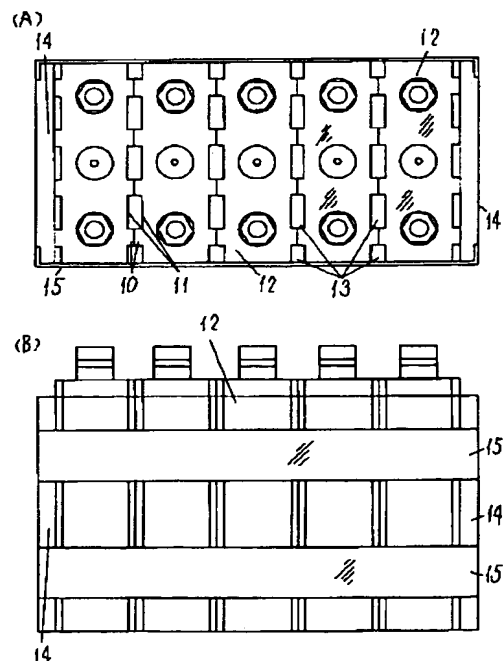
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 密閉式アルカリ蓄電池の単位電池および電池システム

(57) 【要約】

【目的】 電極群と電槽を接触させ、さらに隣接する各単電池はその電槽外側面に沿って空気が流通する空間を保持しつつ接触させ、それらを集合方向に保持体で拘束して空間に送風することにより、電槽の変形や膨脹がなく、電池内部で発生した熱を電池外部に効率良く放ち、各単電池の容量バラツキを少なくし、サイクル寿命に優れた単位電池と電池システムを提供する。

【構成】 複数の単電池をもち、各単電池は電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池と電槽部分の少なくとも一部が接しているとともに隣接する単電池との間には空気が少なくとも一方向に通過できる空間を設けて単位電池とし、この単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分が拘束されている構成とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】セパレータを介した正極板と負極板とがそれぞれ複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池を、隣接する単電池と電気的に接続した単位電池であって、各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池と電槽部分の少なくとも一部が接しており、各単電池は隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有して単位電池をなし、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分が拘束されている密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 2】単位電池は、5～40個の単電池が電気的に直列に接続されている請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 3】電槽は外側に多数の凹凸部が設けられた形状である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 4】電槽に設けられた凸部どうしが接触し、凹部の空間を空気が通過する請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 5】各単電池は、電槽に設けられたそれぞれの凹部と凸部を一ヶ所以上で嵌合している請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 6】電槽の外側に設けた多数の凹凸部は、縦または横の一方向である請求項 3 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 7】電槽の表面は、黒色または暗褐色である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 8】電槽の表面の少なくとも一部は金属部を備え金属部は Al, Cu, Fe, Ni の群から選ばれたいずれかである請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 9】蓋および／または電槽は、主にポリプロピレン製である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 10】蓋および／または電槽は、金属性である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 11】蓋および／または電槽は、ポリプロピレンを主とする樹脂製で、内部にポリプロピレンより熱伝導率の優れる物質を有する請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 12】ポリプロピレンより熱伝導率の優れる物質は、Cu, Ni, Fe, C, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO から選ばれたものである請求項 11 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 13】集合方向の両端の保持体と最も近接する単電池との間には、少なくとも一方向に空気が通過する空間を有する請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 14】少なくとも充電時に、空間に空気が 0.1 m/s から 5 m/s の速度で通過する請求項 1 または 13 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 15】電極群は電槽内部に存在するものであり、電極群の最外部が負極板、セパレータ、正極板、金属板または金属多孔体である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 16】保持体はアルミニウム、鉄、ニッケル等の金属製である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 17】空気が通過する電槽部分の厚みが 1～5 mm である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 18】空気が通過する単電池間の空間部分の幅が 1～4 mm である請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 19】単電池は、金属酸化物の粉末を 3 次元の金属製多孔体内に保持させるかもしくは板状金属の両側に保持した構造の n 枚 (n ≥ 2) の正極、電気化学的に水素の吸蔵放出が可能な水素吸蔵合金の粉末を 3 次元の金属製多孔体内に保持させるかもしくは 2 次元の板状金属の両側に焼結または結着剤とともに塗着された構造を有する n-1 枚または n+1 枚の負極、ポリオレフィン系のセパレータ、および正極の理論容量 1 Ah に対し 1.3～2.8 cm<sup>3</sup> のアルカリ水溶液からなる電解液、とにより構成されている請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 20】単電池の蓋部に備えた安全弁は再復帰が可能であり、圧力差 1～5 kg/cm<sup>2</sup> で作動する請求項 1 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 21】セパレータを介した正極板と負極板とがそれぞれ複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池を、隣接する単電池と電気的に接続した単位電池であって、各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池とスペーサーにより間隔が固定されており、スペーサーは隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分が拘束されている密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 22】単位電池は、5～40個の単電池が電気的に直列に接続されている請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 23】スペーサーは多数の凹凸部が設けられた形状である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 24】スペーサーに設けられた凸部と電槽が接触し、スペーサーの凹部と電槽で形成される空間を空気が通過する請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

位電池。

【請求項 25】スパーサーに設けた多数の凹凸部は、縦または横方向である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 26】スパーサー外側面は平面であり、その内側に縦または横方向に空気が通過できる空間を有する請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 27】スパーサーは、金属製である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 28】スパーサーの表面は、黒色または暗褐色である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 29】電槽の表面は、黒色または暗褐色である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 30】電槽の表面の少なくとも一部は金属部を備え、金属部は Al、Cu、Fe、Ni の群から選ばれたものである請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 31】蓋および／または電槽は、ポリプロピレン製である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 32】蓋および／または電槽は、金属製である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 33】蓋および／または電槽は、ポリプロピレンを主とする樹脂製で内部にポリプロピレンよりも伝導率の優れた物質を有する請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 34】ポリプロピレンより熱伝導率の優れた物質は、Cu、Ni、Fe、C、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO から選ばれたものである請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 35】集合方向の両端の保持体と最も近接する単電池との間には、少なくとも一方向に空気が通過する空間を有する請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 36】少なくとも充電時に、空間に空気が 0.1 m/s から 5 m/s の速度で通過する請求項 21 または 35 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 37】電極群は電槽内に存在するものであり、電極群の最外部が負極板、セパレータ、金属板または金属多孔体のいずれかである請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 38】保持体はアルミニウム、鉄、ニッケル等の金属製である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 39】空気が通過する電槽部分の厚みが 1~5 mm であり、スパーサーの厚みが 1~5 mm である請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

【請求項 40】単電池は、金属酸化物の粉末を 3 次元の金属製多孔体内に保持させるかしくは板状金属の両側

に保持された構造の n 枚 ( $n \geq 2$ ) の正極、電気化学的に水素の吸蔵放出が可能な水素吸蔵合金の粉末を 3 次元の金属製多孔体内に保持させるかしくは 2 次元の板状金属の両側に焼結または結着剤とともに塗着した構造を有する n-1 枚または n+1 枚の負極、ポリオレフィン系のセパレータ、および正極の理論容量 1 Ah に対し 1.3~2.8 cm<sup>3</sup> のアルカリ水溶液からなる電解液、とにより構成されている請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

10 【請求項 41】単位電池の蓋部に備えた安全弁は再復帰が可能であり、圧力差 1~5 kg/cm<sup>2</sup> で作動する請求項 21 記載の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池。

20 【請求項 42】セパレータを介した正極板と負極板とがそれぞれ複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池の複数からなる単位電池を複数個組み合わせ、各単電池間および単位電池間は電気的に接続された組電池を用いた密閉式アルカリ蓄電池システムであって、単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接しており、各単電池は隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の前面もしくは一部分が拘束されており、上記組電池はキャリアに固定され、ファンまたはブローアを用いて吸気あるいは排気、または吸気および排気の両方により単電池間に空気を強制的に通過させることを特徴とする密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 43】電池の下部から上部の方向に空気が通過する請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

30 【請求項 44】キャリアの下部は空気と接し、少なくともキャリアに設けた孔と単電池間あるいは単位電池間に設けた空間を通して下部の空気が通過する構造をもった請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 45】空気を蓄電池システム外部へ排気する排気孔を有する請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 46】組電池の上部に空気が流通可能な空間を有する請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

40 【請求項 47】充電時に空気を通過させる請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 48】空気が 0.1 m/s から 5 m/s の速度で通過する請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 49】単位電池とこれに隣接する単位電池との間は、単位電池の両端の全面もしくは一部を押圧している保持体により間隔が保たれている請求項 42 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

50 【請求項 50】組電池は、2 個以上の単位電池が電気的に直列または並列あるいは直列と並列の組合せにより接

統された請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 1】単位電池および／または組電池は、キャリアに設けられた突出部により前後、左右の動きが抑制されている請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 2】組電池は、上方から布製ベルトまたは金属製の棒により押さえられ、キャリアに対し上下方向の移動が抑制されている請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 3】各単電池間および各単位電池間は柔軟な導体で電気的に接続されている請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 4】単電池は、金属酸化物の粉末を 3 次元の金属製多孔体内に保持させるかもしくは板状金属の両側に保持した構造の  $n$  枚 ( $n \geq 2$ ) の正極、電気化学的に水素の吸蔵放出が可能な水素吸蔵合金の粉末を 3 次元の金属製多孔体内に保持させるかもしくは 2 次元の板状金属の両側に焼結または結着剤とともに塗着された構造を有する  $n-1$  枚または  $n+1$  枚の負極、ポリオレフィン系のセバレータ、および正極の理論容量  $1 \text{ A h}$  に対し  $1.3 \sim 2.8 \text{ cm}^3$  のアルカリ水溶液からなる電解液、とにより構成されている請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 5】キャリアと電池との間には振動吸収材を有する請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 6】振動吸収材はバネまたはゴムである請求項 5 5 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 7】キャリアは組電池を搭載する機器に固定されている請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 8】単位電池は、各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池とスペーサーにより間隔が固定されていて、スペーサーは隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有している請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【請求項 5 9】空間を通過する空気の温度が  $-20 \sim 50^\circ \text{C}$  である請求項 4 2 記載の密閉式アルカリ蓄電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、比較的大容量の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池および密閉式アルカリ蓄電池システムに関するものである。

【0002】

【従来の技術】密閉形アルカリ蓄電池は、ニカド電池およびニッケル・水素蓄電池で代表され、エネルギー密度が高く、信頼性に優れていることからポータブル機器、

例えばビデオテープレコーダ、ラップトップコンピュータ、携帯電話等の電源として数多く使用されている。

【0003】これらの単電池は、ケースが金属製であり、形状は円筒または角型で、容量は  $0.5 \sim 3 \text{ A h}$  程度の主に小型の密閉形アルカリ蓄電池である。実際の使用においては、数個から十数個の単電池を樹脂ケースやチューブの中に収納して使用するのが一般的である。

【0004】これらの小型の密閉形アルカリ蓄電池は、電池容量が  $0.5 \sim 3 \text{ A h}$  程度であるため、充放電時における単電池当たりの発熱量は少ない。したがって、樹脂ケースやチューブの中に収納して使用した場合、発熱と放熱のバランスが適切に行われたため、電池の温度上昇に関する顕著な課題はなかった。また、アルカリ蓄電池の電極群は充放電の繰返しにより膨脹するが、ケースは金属製の円筒形であるため、電極群の膨脹によるケースの変形等の顕著な課題はなかった。角型の場合も小型であるため、ケース等に特別な工夫は必要とされなかった。

【0005】しかし、最近になって、家電製品から電気自動車に至る移動用電源にエネルギー密度が高い高信頼性の中・大型電池（ここでの中型電池は容量  $10 \sim 100 \text{ A h}$ 、大型電池は容量  $100 \text{ A h}$  以上と定義し、使用個数はいずれも数個から数百個とする。）が強く要望されている。中・大型電池としては、開放形のニカド電池や鉛蓄電池がエネルギー貯蔵用や UPS 用等に用いられているが、使用期間での注液等のメンテナンスの繁雑さがある。したがって、家電製品から電気自動車に至る移動用電源としては、電池のメンテナンスフリー化、すなわち密閉化が必要である。以上のように、家電製品から電気自動車に至る移動用電源としてアルカリ蓄電池を用いる場合、電池の密閉化と中・大型化を同時に行う必要がある。

【0006】すなわち、単電池の密閉化を図りつつ、単電池の電気容量の増大と電池電圧を増加するために多数の単電池を直列に接続することが必要である。

【0007】電池は、充放電にともなって電極反応による反応熱やジュール熱が発生する。単電池の電気容量の増大および密閉化により発生する熱量は増加し、電池外部への放熱が遅れ、発生した熱が電池内部に蓄積される結果、小型電池よりも電池内部の温度が上昇する。また、このような大容量の単電池を直列に接続した単位電池や単位電池を直列に接続した組電池は、数十セルから数百セルを隣接するように配置される。このような課題を解決するために、特開平 3-291867 号公報では、正極と負極と電解液とによって構成され、充電時に発熱を伴う単蓄電池を多数個配列したシステムにおいて、各単電池間に空気が流通する空間を設けると共に、その空間幅／単電池幅が、 $0.1 \sim 1.0$  の範囲にあることを特徴とした蓄電池システムの放熱装置が提案されている。

10

20

30

40

50

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の場合、各単電池間に空気が流通する空間を設けると共に、その空間幅/単電池幅を0.1~1.0の範囲とするだけでは、実際の使用に際しては以下のような課題を有する。

【0009】①充放電の繰返しにより発電要素群が膨脹するため、電槽の変形を起こし、空間幅/単電池幅が変化して空気の流通が困難となる。単電池間の空間を一定に保つためには電槽の強度を向上させる必要がある。電槽の強度を向上させるには厚みを厚くする必要があり、その結果、電池重量や体積が増加し電池のエネルギー密度が実質的に低下する。

【0010】②単電池内の内圧上昇により電槽が膨脹し、空気が流通する空間幅を一定に保つことが困難となる。電池内の圧力膨脹による電槽の変形を防止するためには電槽の強度を向上させる必要がある。①と同様に電槽の強度を向上させるために電槽重量や体積が増加し、その結果、重量エネルギー密度や体積エネルギー密度が減少する。

【0011】この①②の課題を解決するためには、単位電池レベル（単電池が5~40個程度）で電槽の変形を防止する必要がある。

【0012】③また、電槽が膨脹変形した場合、発電要素群と電槽の間に空間が生じる。発電要素群と電槽の間に空間が存在すると、発電要素群で発生した熱が電槽に伝わる速度は極端に減少する。したがって、電槽が膨脹変形しないように単位電池レベルで補強し、常に電槽と極板群を接触させる必要がある。

【0013】④単電池を多数個用いたシステムが考えられているが、移動用電源として用いる場合には、単位電池（単電池が5~40個程度）や組電池（単位電池を2個以上、単電池数に換算すると約10~300個）の状態、数個~数百個の各単電池の電池容量等の電池性能バラツキの低減やエネルギー密度等の電池性能の向上、さらには振動によるズレ防止等の機械的強度を向上する工夫を施す必要がある。

【0014】本発明はこのような課題を解決するものであり、単位電池や組電池でのエネルギー密度の低下や電槽の変形の抑制、および単位電池や組電池の機械的強度を向上したものである。その結果、充放電の繰返しや長期間の使用においても単電池の電槽、単位電池や組電池の変形やズレ等が生じなく、充放電時等に発生した電池内の熱を電池系外へ効率よく放出でき、電池性能バラツキのない優れた単位電池とそのシステムを提供するものである。

## 【0015】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、セパレータを介した正極板と負極板とがそれぞれ複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部

に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池を、隣接する単電池と電気的に接続した集合電池（単位電池）であって、各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池と電槽部分の少なくとも一部が接しており、各単電池は隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分が拘束されている密閉式アルカリ蓄電池の単位電池としたものである。

【0016】また、セパレータを介した正極板と負極板とが複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池を隣接する単電池と電気的に接続した集合電池（単位電池）であって、各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池とスペーサーにより間隔が固定されており、スペーサーは隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分が拘束されている密閉式アルカリ蓄電池の単位電池としたものである。

【0017】密閉式アルカリ蓄電池システムは、セパレータを介した正極板と負極板とが複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池の集合電池（単位電池）を複数個組み合わせ、各単電池間および単位電池間は電気的に接続された組電池であって、単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接しており、各単電池は隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有して、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の前面もしくは一部分が拘束されており、組電池はキャリアに固定され、ファンまたはブローアを用いて送風あるいは吸気、または送風および吸気の両方により空気を強制的に通過させることを特徴としたものである。

## 【0018】

【作用】この構成により、各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池と電槽部分の少なくとも一部が接し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分を拘束して各単電池間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有するため、充放電の繰返しによる発電要素群の膨脹による電槽の変形や単電池内の内圧上昇による電槽の膨脹が防止できる。単電池内の発電要素群が充放電の繰返しにより膨脹する力が発電要素群の厚み方向に働いた場合、電槽には同様の方向に力が作用して単電池間の幅が減少する。

【0019】その結果、空気の通過が困難となり、種々の電池特性や信頼性に支障をきたす。しかし、本発明の構成では発電要素群と電槽部分と隣接する単電池の電槽の部分が接触し間隔が固定され、単位電池が保持体によ

り単電池の集合方向に拘束しているため、膨脹する力が発電要素群の厚み方向に働いた場合でも、単電池と単位電池が固定されているため電槽の変形は生じない。単電池内の内圧上昇による電槽の膨脹が発生した場合も同様である。また、単位電池内で各単電池と隣接する単電池との間にスペーサーを挿入し間隔を固定した場合も同様な作用により、電槽の変形は生じない。したがって、充電時や放電時に空気を常にセル間に均一に通過させることが可能となり、放熱効果に優れた単位電池を提供することができる。本発明ではまた、セパレータを介した正極板と負極板とが複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池の集合電池（単位電池）を複数個組み合わせ、各単電池間および単位電池間は電気的に接続された組電池を用いた密閉式アルカリ蓄電池システムであって、単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接しており、各単電池は隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の前面もしくは一部分が拘束されており、組電池はキャリアに固定され、ファンまたはブローアを用いて送風あるいは吸気、または送風および吸気の両方により空気を強制的に通過させる構成としたものである。

【0020】本構成によると、単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接しているため電池内の熱を効率良く電槽に伝達することができる。また、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の前面もしくは一部分が拘束されているため、電池内圧の上昇や電極群の膨脹により電槽の変形を抑制することが可能である。

【0021】また、振動等による単電池間のズレも防止できる。次に、このような単位電池からなる組電池を、ファンまたはブローアを用いて送風あるいは吸気、または送風および吸気の両方により空気を強制的に通過させる構成とすることにより、各電池間の空間部に均一に空気を流すことができ、各電池の放熱が均一となる。その結果、各電池間の温度が均一となり電池の容量バラツキを防止することができ、サイクル寿命特性を向上させることができる。

【0022】以上のように、本発明の構成とすることにより電槽の変形や膨脹がなく、電池内で発生した熱を電池外部に効率良く放出することにより、各電池の容量バラツキを防止することができ、サイクル寿命特性に優れた単位電池とそのシステムを提供することができる。

【0023】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

【0024】（実施例1）図1A、B、Cに本発明で用いた密閉式アルカリ蓄電池の単電池の構造図を示し、図2A、Bに単位電池の構造を示す。

【0025】電極群1は次のように作成した。正極板2

は活物質である水酸化ニッケル粉末を発泡状ニッケル多孔体に充填し、所定の寸法に圧延・切断し、極板1枚当たりの容量が10Ahのニッケル正極を作成した。次に、負極板3は電気化学的に水素の吸蔵放出が可能な $MmNi_{1.6}Co_{0.4}Mn_{0.4}Al_{0.4}$ の組成を有する水素吸蔵合金粉末を結着剤とともにパンチングメタルに塗着し、所定の寸法に圧延・切断し、極板1枚当たりの容量が13Ahの水素吸蔵合金負極を作成した。図1に示したように、これらの正・負極板をそれぞれ袋状のセパレータで包み、セパレータで包まれた正極板10枚と負極板11枚とを交互に組合せ、電極群1を作成した。なお、電極群1は電槽4の内寸に対して約85～100%の厚みを有するように作成した。この電極群1に銅とニッケルで構成された正極端子5と負極端子6を接続し、黒色のポリプロピレン製の電槽4に挿入した。

【0026】次に、アルカリ電解液を180cm<sup>3</sup>を注液した。そして、この電槽4の開口部を、安全弁7（作動圧力2～3kg/cm<sup>2</sup>）を備えた蓋8により密閉し、単電池9を作成した。電槽4は外側に上下方向に多数の凸部10と凹部11を設けた構造である。凸部10の高さは1.5mmである。

【0027】なお、単電池9は初充放電（充電＝10A×15時間、放電＝20Aで1.0Vまで）を行い、電極群1を膨脹させることにより電極群1の最外部が電槽と接する状態とした。この単電池9は正極で電池容量が規制され、電池容量は100Ahである。

【0028】このように作成した単電池9を5個直列に接続し、図2に示したような本発明の単位電池12を作成した。この単位電池12は、単電池9の電槽4の外側に設けた凸部10どうしがAで示すように接し、凹部11により単電池9の間に上下方向の空間13を設けた構造となっている。

【0029】単位電池12はアルミニウム製の板14と鉄製のバンド15により両端の単電池9を集合方向に拘束した構成となっている。なお、電池電圧は6Vである。

【0030】比較例として、以下の3種類の単位電池を作成した。（比較例1）電極群の厚みをケースの厚みに対して75%とし、初充放電を行った後に電極群の最外部が電槽と接しない状態の単電池を作成した。その他は本発明の実施例と同様の単位電池を作成した。

【0031】（比較例2）電槽の外側が凹凸のない平面の単電池を作成し、単電池間を3mmとし隣接する単電池の電槽部分が接していない状態で単位電池を作成した。その他は本発明の実施例と同様の単位電池を作成した。

【0032】（比較例3）本発明の実施例で示したアルミニウム製の板と鉄製のバンドを用いなく、両端の単電池が集合方向に拘束されていない単位電池を作成した。

【0033】本発明の単位電池と比較例1、2と3の単

位電池を用いて放電容量試験とサイクル寿命試験を行った。放電容量試験は、10Aで12時間充電後、1時間放置し、20Aで5Vまで放電した。単位電池の放電容量の計算は、電池電圧が5Vまでの放電時間を用いて計算した。また、単電池は1Vまでの放電時間を用いて計算した。充電時には、単位電池の単電池間およびアルム\*

\* ニウム製の板と単電池間のそれぞれの空間部分に電池の下部からファンにより送風を行った。空間部分13を通過する空気の風速は平均1.0m/secとした。環境温度は20℃とした。試験結果を表1に示した。

【0034】

【表1】

	単位電池	単電池1	単電池2	単電池3	単電池4	単電池5
本発明	98Ah	98Ah 35℃	98Ah 35℃	98Ah 35℃	98Ah 35℃	98Ah 35℃
比較例1	85Ah	88Ah 42℃	86Ah 44℃	85Ah 44℃	85Ah 44℃	87Ah 42℃
比較例2	82Ah	84Ah 42℃	83Ah 44℃	80Ah 48℃	82Ah 46℃	85Ah 44℃
比較例3	77Ah	81Ah 50℃	78Ah 52℃	76Ah 54℃	77Ah 53℃	80Ah 51℃

【0035】サイクル寿命試験は、放電容量を調べた充電条件と同じ条件をくり返すことにより行った。試験結果を表2に示した。

※【0036】

【表2】

※

	本発明	比較例1	比較例2	比較例3
サイクル寿命	900サイクル 継続中	540 サイクル	350 サイクル	320 サイクル

【0037】表1から明らかなように、本発明の単位電池は放電容量が98Ahであり、単電池の放電容量100Ahの98%の放電容量が得られた。これに対し、比較例1、2と3の単位電池はそれぞれ85Ah、82Ah、77Ahであり、単電池の放電容量100Ahに比較して77～85%の容量しか得られない。また、表2に、単位電池を構成しているそれぞれの単電池1～5の放電容量も合わせて示した。単電池1と5は、単位電池の両端に配置され、単電池3は単位電池の中心部に配置されている。本発明の単位電池を構成している単電池1～5は、それぞれ同様の放電容量を示し、単位電池の特性と一致している。これは、充電時に各単電池の電極群等で発生した熱が、単電池間の下部から上部に流している空気により均一に十分放熱され、それぞれの単電池温度が環境温度に対して15℃上昇にとどまっている。すなわち、優れた放電容量が得られた理由は、表1に示したように、単位電池を構成する各単電池の充電時にお

る電池内温度は35℃と一定であり、各単電池のニッケル正極の充電効率が低下しない温度条件下で十分にしかも均一に充電されたことによる。また、表2に示したように、本発明の単位電池は、900サイクルの充放電を繰り返しても放電容量が低下せず、優れたサイクル寿命特性が得られる。比較例1の単位電池は、単電池が電極群と電槽とが接しない状態で構成されているため、電槽と電極間に空間が発生する。空間に存在するガスは、酸素、窒素と水素との混合ガスであるため熱伝導率は小さい。このため、電極群で発生した熱は電槽に伝わりにくく、単電池間に空気を送風しても放熱されにくい。表1に示したように、比較例1の単位電池を構成する単電池の充電末期温度は、42～44℃であり、本発明の単位電池に比べ7～9℃温度が高い。その結果、各単電池のニッケル正極の充電効率が低下し、放電容量が85Ah程度に減少する。また、表2に示したように、この単位電池は540サイクルで初期の放電容量に対して50%



の容量しか得られなくなる。これは、電池温度が7~9℃高いため、負極に用いている水素吸蔵合金の酸化や腐食が進行し、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。比較例2の単位電池は、電槽の外側が凹凸のない平面の単電池で、単電池間を3mmとして空気の通過を可能としたものであるが、隣接する単電池の電槽部分が接していない状態で構成している。表1に示したように、単位電池の放電容量は82Ahであり、本発明の単位電池に比べ放電容量が小さい。これは、充電時に電極群の膨脹や電池内圧の上昇により、隣接する単電池間が電槽外側の凸部により接触していないため、電槽が変形し空間幅が変化し、空気の流通が一定でなくなる。このため、単電池間に空気を送風しても放熱されにくく、特に単位電池の中心に位置する単電池は隣接する単電池の熱により温度上昇は顕著となる。また、各単電池の放電容量も80~85Ahと均一でなくなる。また、表2に示したように、この単位電池は350サイクルで初期の放電容量に対して50%の容量しか得られなくなる。これは、充放電を繰り返すことにより電槽の変形が増大し、空間幅が顕著に減少することにより送風による放熱効果が低下し、電池温度が上昇することにより、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。比較例3の単位電池は、アルミニウム製の板と鉄製のバンドは用いなく、従って両端の単電池が集合方向に拘束していない状態で構成されているため、充電時に電極群の膨脹や電池内圧の上昇による電槽の変形を抑制できず、電極群の膨脹は最も顕著となる。このため、正負極芯材である発泡状ニッケル多孔体またはパンチングメタルと正負極活物質との接触面積が減少し、導電性が低下する。正負極板の導電性が低下することにより単電池の充電効率は低下し、充電時の発熱量は増大する。表1に示したように、比較例3の単位電池を構成する単電池の充電末期温度は50~54℃であり、本発明の単位電池に比べ15~19℃温度が高い。放電容量も76~81Ahと低い。また、表2に示したようにこの単位電池は320サイクルで初期の放電容量に対して50%の容量しか得られなくなる。これは、充放電を繰り返すことにより電極群が膨脹し、正負極板の導電性が低下す

ることにより充電効率が低下し、電池温度が上昇することにより、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。

【0038】本実施例では単位電池の単位は5セルであったが、組電池を構成した場合の電池管理やメンテナンスおよび電池交換等の持ち運びを考慮すると、集合する単電池数は5~40個が適当である。また、本実施例では電槽に設けられた凹凸部は縦方向であったが、横方向でも同様の効果が得られる。本実施例では電槽表面の色は黒色を用いたが、電極群の放熱効率を考慮すると熱の伝達能力に優れた黒色またはそれに近い暗褐色が望ましい。

【0039】また、本実施例では蓋および電槽はポリプロピレン製であったが、金属製またはポリプロピレンを主とする樹脂製で内部にポリプロピレンより熱伝導率の優れた物質、例えば銅、ニッケル、鉄、炭素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム等を有する電槽を用いても同様の効果が得られる。なお、充電時に送風を行わないと電極群で発生する熱が放熱せず、充電効率が極端に低下することから、単電池間の空間に0.1m/s以上の送風を行うことが望ましい。また、5m/s以上の風速で送風しても放熱効果が向上しないため、風速は0.1~5m/sが好ましい。また、電極群の最外部は放熱効率に大きく影響するところであり、熱伝導率に優れた負極板、正極板、金属板、金属多孔体であるか、またはそれらを覆うセパレータであることが望ましい。なお、本実施例の単位電池の保持体の材質は鉄とアルミニウムであるが、ニッケルを用いても同様の効果が得られる。

【0040】(実施例2) 実施例1の密閉式アルカリ蓄電池の単電池において、空気が通過する電槽部分の厚みおよび単電池間の空間部分の幅を変化させて実施例1と同様の単位電池を作成した。作成した電池のNo.と電槽厚み及び空間幅との関係を表3に示す。これらの電池を用いて実施例1と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表3に示した。

【0041】

【表3】

10

20

30

No.	電槽厚み	空間幅	利用率	サイクル寿命
1	0.5 mm	3 mm	94.8%	550サイクル
2	1 mm	3 mm	94.0%	850サイクル
3	3 mm	3 mm	93.5%	900サイクル
4	5 mm	3 mm	92.5%	750サイクル
5	6 mm	3 mm	88.0%	600サイクル
6	3 mm	0.5 mm	85.0%	550サイクル
7	3 mm	1 mm	91.5%	700サイクル
8	3 mm	4 mm	93.0%	750サイクル
9	3 mm	5 mm	90.1%	600サイクル

【0042】電槽厚みが0.5 mmであるNo. 1の電池は、電槽厚みが薄いため放熱しやすく利用率は高いが、電池内圧に対して電槽厚みが不足であるため電槽が変形し、サイクル寿命は低下する。また電槽厚みが6 mmであるNo. 5の電池は、電槽厚みが厚いため電極群で発生した熱が放熱しにくく利用率が88%と低下し、サイクル寿命も短くなる。また、体積エネルギー密度の点からも好ましくない。以上のことから、電槽厚みは1～5 mmであることが望ましい。また、空気が通過する単電池間の空間幅が0.5 mmであるNo. 6の電池は、空間幅が狭いため電極群で発生した熱が放熱しにくく利用率が85%と低下し、サイクル寿命も低下する。

また空間幅が5 mmであるNo. 9の電池は、風の流れが層流となり放熱効果が薄れることにより利用率は低くなり、サイクル寿命も低下する。以上のことから、空間幅は1～4 mmであることが望ましい。

【0043】（実施例3）実施例1の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池を用い、電解液の量を変化させて実施例1と同様な電池を作成した。作成した電池のNo. と電解液量との関係を表4に示す。これらの電池を用いて実施例1と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表4に示した。

【0044】

【表4】

No.	電解液量	利用率	サイクル寿命
10	120cc	88.2%	430サイクル
11	130cc	90.1%	700サイクル
12	200cc	93.5%	900サイクル
13	280cc	94.8%	850サイクル
14	290cc	95.0%	600サイクル

【0045】電解液量が120ccであるNo. 10の電池は、ニッケル正極に対して液不足であるため、利用率およびサイクル寿命とも低下する。また電解液量が290ccであるNo. 14の電池は、利用率が95%と良好であるがサイクル寿命が280ccのときより低下する。これは、電解液量が多量であるため10Aの電流値で充電した場合、過充電時に正極から発生する酸素ガスの負極での吸収反応が低下し、安全弁からガスや電解液が漏れしサイクル寿命が低下する。No. 11~13の電池容量は100Ahであるから1Ah当たりの電解液量はそれぞれ1.3、2.0、2.8である。以上のことから、電解液量は1.0~2.8cc/Ahであることが望ましい。なお、正極に3次元構造を有する発泡状ニッ\*

\*ケル多孔体を用いた場合を示したが、板状金属の両側に活物質を保持させた正極を用いた場合でも同様の効果が得られる。また本実施例では負極に2次元のパンチングメタルを用いた場合を示したが、3次元の金属製多孔体を用いた場合も同様の効果が得られる。

【0046】（実施例4）実施例1の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池に、作動圧の異なる安全弁を装着し、実施例1と同様な電池を作成した。作成した電池のNo.と安全弁の作動圧との関係を表5に示す。これらの電池を用いて実施例1と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表5に示した。

【0047】

【表5】

No.	安全弁作動圧	利用率	サイクル寿命
15	0.5kg/cm <sup>2</sup>	88.2%	320サイクル
16	1.0kg/cm <sup>2</sup>	90.1%	500サイクル
17	3.0kg/cm <sup>2</sup>	93.5%	900サイクル
18	5.0kg/cm <sup>2</sup>	94.8%	850サイクル
19	6.0kg/cm <sup>2</sup>	85.0%	600サイクル

【0048】安全弁作動圧が0.5kg/cm<sup>2</sup>である

No. 15の電池は、充電時に安全弁が早期に作動し、

深い充電が不可能なため利用率が低下する。また、安全弁からガスや電解液が漏れサイクル寿命が低下する。一方、安全弁作動圧が  $6.0 \text{ kg/cm}^2$  である No. 19 の電池は、充電時に内部の圧力が上昇しても安全弁が作動しないため、電槽が膨脹、変形し、電極群との間に空間が生じることにより、電極群で発生した熱は外部へ放熱しにくくなる。そのため充電時の電池温度上昇は顕著となり、正極充電効率が低下し、利用率は 85% であった。また電池温度上昇は負極活物質性能の劣化を促進するため、サイクル寿命が 600 サイクルと低下する。以上のことから、安全弁作動圧は  $1.0 \sim 5.0 \text{ kg/cm}^2$  であることが望ましい。

【0049】（実施例 5）先の比較例 2 で示した電槽の外側が凸凹のない平面である密閉式アルカリ蓄電池の単電池を、両面の縦方向に多数の凸凹が設けられた樹脂製のスペーサーを介して 5 個積層し、最外部の単電池の外側を単電池側の片面の縦方向に多数の凸凹が設けられたスペーサーで挟んで直列に接続し、単位電池を作成した。凸部の高さは 1.5 mm で、スペーサーの全体の厚みは 4 mm である。この単位電池は、スペーサーに設け

\* られた凹部凸部により各単電池とスペーサーの間に上下方向の空間を設けた構造となっている。単位電池は実施例 1 と同様にアルミニウム製の板と鉄製のバンドにより両端の単電池を集合方向に拘束した構成となっている。なお、電池電圧は 6 V である。

【0050】（比較例 4）電極群の厚みをケースの厚みに対して 75% とし、初充放電を行った後に電極群の最外部が電槽と接しない状態の単電池を作成した。その他は本発明の実施例 5 と同様の単位電池を作成した。

【0051】（比較例 5）スペーサーの表面に凸凹がなく、間隔が固定されていない単位電池を作成した。他は本発明の実施例 5 と同様の単位電池を作成した。

【0052】（比較例 6）本発明の実施例 5 のようにアルミニウム製の板と鉄製のバンドを用いなく、両端の単電池が集合方向に拘束していない単位電池を作成した。

【0053】これらの各電池を用いて実施例 1 と同じ条件下で試験を行った。結果を表 6 に示した。

【0054】

【表 6】

	単位電池	単電池 1	単電池 2	単電池 3	単電池 4	単電池 5
本発明	9.8 Ah	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃
比較例 4	8.5 Ah	8.8 Ah 42℃	8.6 Ah 44℃	8.5 Ah 44℃	8.5 Ah 44℃	8.7 Ah 42℃
比較例 5	8.2 Ah	8.4 Ah 42℃	8.3 Ah 44℃	8.0 Ah 48℃	8.2 Ah 46℃	8.5 Ah 44℃
比較例 6	7.7 Ah	8.1 Ah 50℃	7.8 Ah 52℃	7.6 Ah 54℃	7.7 Ah 53℃	8.0 Ah 51℃

【0055】サイクル寿命試験は、放電容量を調べた充電条件と同じ条件をくり返すことにより行った。試験結果を表 7 に示した。

※ 【0056】

【表 7】

※

	本発明	比較例 4	比較例 5	比較例 6
サイクル寿命	900 サイクル継続中	540 サイクル	350 サイクル	320 サイクル

【0057】表 6 から明らかなように、本発明の単位電池は放電容量が 9.8 Ah であり、単電池の放電容量 10.0 Ah の 98% の放電容量が得られた。これに対し、比

較例 4、5 と 6 の単位電池はそれぞれ 8.5 Ah、8.2 Ah、7.7 Ah であり、単電池の放電容量 10.0 Ah に比較して 77~85% の容量しか得られない。また、表 7

に、単位電池を構成しているそれぞれの単電池 1~5 の放電容量も合わせて示した。単電池 1 と 5 は、単位電池の両端に配置され、単電池 3 は単位電池の中心部に配置されている。本発明の単位電池を構成している単電池 1~5 は、それぞれ同様の放電容量を示し、単位電池の特性と一致している。これは、充電時に各単電池の電極群等で発生した熱が、単電池間の下部から上部に流している空気により均一に十分放熱され、それぞれの単電池温度が環境温度に対して 15℃ 上昇にとどまっている。すなわち、優れた放電容量が得られた理由は、表 6 に示したように、単位電池を構成する各単電池の充電時における電池内温度は 35℃ と一定であり、各単電池のニッケル正極の充電効率が低下しない温度条件下で十分にしかも均一に充電されたことによる。また、表 7 に示したように、本発明の単位電池は、900 サイクルの充放電を繰り返しても放電容量が低下せず、優れたサイクル寿命特性が得られる。比較例 4 の単位電池は、単電池が電極群と電槽とが接しない状態で構成されているため、電槽と電極間に空間が発生する。空間に存在するガスは、酸素、窒素と水素との混合ガスであるため熱伝導率は小さい。このため、電極群で発生した熱は電槽に伝わりにくく、単電池間に空気を送風しても放熱されにくい。表 6 に示したように、比較例 4 の単位電池を構成する単電池の充電末期温度は、42~44℃ であり、本発明の単位電池に比べ 7~9℃ 温度が高い。その結果、各単電池のニッケル正極の充電効率が低下し、放電容量が 85 Ah 程度に減少する。また、表 7 に示したように、この単位電池は 540 サイクルで初期の放電容量に対して 50% の容量しか得られなくなる。これは、電池温度が 7~9℃ 高いため、負極に用いている水素吸蔵合金の酸化や腐食が進行し、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。比較例 5 の単位電池は、外側に凹凸のないスペーサーを用いた単電池で、単電池間を 3 mm とし、空気の通過を可能としたものであるが、隣接する単電池の電槽部分がスペーサーと接していない状態で構成している。表 6 に示したように、単位電池の放電容量は 82 Ah であり、本発明の単位電池に比べ放電容量が小さい。これは、充電時に電極群の膨張や電池内圧の上昇により、隣接する単電池間がスペーサーの凸部により接触していないため電槽が変形して空間幅が変化し、空気の流通が一定でなくなる。このため、単電池間に空気を送風しても放熱されにくく、特に単位電池の中心に位置する単電池は隣接する単電池の熱により温度上昇は顕著となる。また、各単電池の放電容量も 80~85 Ah と均一でなくなる。また、表 7 に示したように、この単位電池は 350 サイクルで初期の放電容量に対して 50% の容量しか得られなくなる。これは、充放電を繰り返すことにより電槽の変形が増大し、空間幅が顕著に減少することにより送風による放熱効果が低下し、電池温度が上昇することにより、負極の性能が劣化し放電容量が減

少したものと考えられる。比較例 6 の単位電池は、アルミニウム製の板と鉄製のバンドを用いなく、両端の単電池が集合方向に拘束していない状態で構成されているため、充電時に電極群の膨張や電池内圧の上昇による電槽の変形を抑制できず、電極群の膨張は最も顕著となる。

このため、正負極芯材である発泡状ニッケル多孔体またはパンチングメタルと正負極活物質との接触面積が減少し、導電性が低下する。正負極板の導電性が低下することにより単電池の充電効率は低下し、充電時の発熱量は増大する。

【0058】表 6 に示したように、比較例 6 の単位電池を構成する単電池の充電末期温度は 50~54℃ であり、本発明の単位電池に比べ 15~19℃ 温度が高い。放電容量も 76~81 Ah と低い。また、表 7 に示したようにこの単位電池は 320 サイクルで初期の放電容量に対して 50% の容量しか得られなくなる。これは、充放電を繰り返すことにより電極群が膨脹し、正負極板の導電性が低下することにより充電効率が低下し、電池温度が上昇することにより、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。

【0059】本実施例では単位電池の単位は 5 セルであったが、組電池を構成した場合の電池管理やメンテナンス及び電池交換等の持ち運びを考慮するとセル数は 5~40 個が適当である。また、本実施例ではスペーサーに設けられた凹凸部は縦方向であったが、横方向でも同様の効果が得られる。なお、本実施例ではスペーサーの外側面に凹凸部があったが、外側面が平面でその内側に縦または横方向に空気が通過できる空間を有するスペーサーを用いても同様の効果が得られる。また、スペーサーは、金属製でも同様の効果が得られる。なお、本実施例では電槽表面及びスペーサーの色は黒色を用いたが、電極群の放熱効率を考慮すると熱の伝達能力に優れた黒色またはそれに近い暗褐色が望ましい。また、本実施例では蓋および電槽はポリプロピレン製であったが、金属製またはポリプロピレンを主とする樹脂製で内部にポリプロピレンより熱伝導率の優れた物質、例えば銅、ニッケル、鉄、炭素、酸化アルミニウム、酸化マグネシウム等を有する電槽を用いても同様の効果が得られる。なお、充電時に送風を行わないと電極群で発生する熱が放熱せず、充電効率が極端に低下することから、単電池間の空間に 0.1 m/s 以上の送風を行うことが望ましい。また、5 m/s 以上の送風を行っても、放熱効果は向上しないことから、風速は 0.1~5 m/s の範囲が好ましい。

【0060】また、電極群の最外部は放熱効率に大きく影響するところであり、熱伝導率に優れた負極板、金属板、金属多孔体であるか、またはそれらを覆うセパレータであることが望ましい。なお、本実施例の単位電池の保持体材質は、鉄とアルミニウムであるが、ニッケルを用いても同様の効果が得られる。

【0061】（実施例6）実施例5の密閉式アルカリ蓄電池の単電池において、空気が通過する電槽部分の厚みおよびスペーサーの厚みを変化させて実施例5と同様の単位電池を作成した。作成した電池のNo.と電槽厚み及びスペーサー厚みとの関係を表8に示す。これらの電\*

\*池を用いて実施例1と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表8に示した。

【0062】

【表8】

No.	電槽厚み	スペーサー厚	利用率	サイクル寿命
20	0.5mm	4mm	94.8%	550サイクル
21	1mm	4mm	94.0%	850サイクル
22	3mm	4mm	93.5%	900サイクル
23	5mm	4mm	92.5%	750サイクル
24	6mm	4mm	88.0%	600サイクル
25	3mm	0.5mm	85.0%	550サイクル
26	3mm	1mm	91.5%	700サイクル
27	3mm	5mm	93.0%	750サイクル
28	3mm	6mm	90.1%	600サイクル

【0063】電槽厚みが0.5mmであるNo.20の電池は、電槽厚みが薄いため放熱しやすく利用率は高いが、電池内圧に対して電槽厚みが不足であるため電槽が変形し、サイクル寿命は低下する。また電槽厚みが6mmであるNo.24の電池は、電槽厚みが厚いため電極群で発生した熱が放熱しにくく利用率が88%と低下し、サイクル寿命も短くなる。以上のことから、電槽厚みは1～5mmであることが望ましい。また、スペーサー厚が0.5mmであるNo.25の電池は、空間幅が狭いため電極群で発生した熱が放熱しにくく利用率が85%と低下し、サイクル寿命も低下する。またスペーサー厚が6mmであるNo.28の電池は、風の流れが層

流となり放熱効果が薄れることにより利用率は低くなり、サイクル寿命も低下する。以上のことから、スペーサー厚は1～5mmであることが望ましい。

【0064】（実施例7）実施例5の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池を用い、その電解液の量を変化させて実施例5と同様な電池を作成した。作成した電池のNo.と電解液量との関係を表9に示す。これらの電池を用いて実施例1と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表9に示した。

【0065】

【表9】

25

26

No.	電解液量	利用率	サイクル寿命
29	120cc	88.2%	430サイクル
30	130cc	90.1%	700サイクル
31	200cc	93.5%	900サイクル
32	280cc	94.8%	850サイクル
33	290cc	95.0%	600サイクル

【0066】電解液量が120ccであるNo. 29の電池は、ニッケル正極に対して液不足であるため、利用率およびサイクル寿命とも低下する。また電解液量が290ccであるNo. 33の電池は、利用率が95%と良好であるがサイクル寿命が280ccのときより低下する。これは、電解液量が多量であるため10Aの電流値で充電した場合、過充電時に正極から発生する酸素ガスの負極での吸収反応が低下し、安全弁からガスや電解液が漏れしサイクル寿命が低下する。No. 30~32の電池容量は100Ahであるから、1Ah当たりの電解液量はそれぞれ1.3、2.0、2.8である。以上のことから、電解液量は1.0~2.8cc/Ahであることが望ましい。なお、正極に3次元構造を有する発泡\*

\* 状ニッケル多孔体を用いた場合を示したが、板状金属の両側に活物質を保持させた正極を用いた場合でも同様の効果が得られる。また本実施例では負極に2次元のパンチングメタルを用いた場合を示したが、3次元の金属製多孔体を用いた場合も同様の効果が得られる。

【0067】（実施例8）実施例5の密閉式アルカリ蓄電池の単位電池に、作動圧の異なる安全弁を装着し、実施例5と同様な電池を作成した。作成した電池のNo.と安全弁の作動圧との関係を表10に示す。これらの電池を用いて実施例1と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表10に示した。

【0068】

【表10】

No.	安全弁作動圧	利用率	サイクル寿命
34	0.5kg/cm <sup>2</sup>	88.2%	320サイクル
35	1.0kg/cm <sup>2</sup>	90.1%	500サイクル
36	3.0kg/cm <sup>2</sup>	93.5%	900サイクル
37	5.0kg/cm <sup>2</sup>	94.8%	850サイクル
38	6.0kg/cm <sup>2</sup>	85.0%	600サイクル

【0069】安全弁作動圧が0.5kg/cm<sup>2</sup>である

No. 34の電池は、充電時に安全弁が早期に作動し、

深い充電が不可能なため利用率が低下する。また、安全弁からガスや電解液が漏れサイクル寿命が低下する。一方、安全弁作動圧が  $6.0 \text{ Kg/cm}^2$  である No. 38 の電池は、充電時に内部の圧力が上昇しても安全弁が作動しないため、電槽が膨張、変形し、電極群との間に空間が生じることにより、電極群で発生した熱は外部へ放熱しにくくなる。そのため充電時の電池温度上昇は顕著となり、正極充電効率が低下し、利用率は 85% であった。また電池温度上昇は負極活物質性能の劣化を促進するため、サイクル寿命が 600 サイクルと低下する。以上のことから、安全弁作動圧は  $1.0 \sim 5.0 \text{ Kg/cm}^2$  であることが望ましい。

【0070】（実施例 9）実施例 1 で示した保持体により拘束された単電池の集合電池（単位電池）16 個を 4 個×4 個の正方形に配置し、フレキシブルな編線を用いて電気的に直列接続して組電池を構成し、振動吸収材であるゴムを介してキャリアに固定し、密閉式アルカリ蓄電池システムを構成して電気自動車に搭載した。キャリアの下部及び組電池上部には空気が流通する空間があり、それぞれに吸気孔、排気孔を設け、ファンを設置した。

【0071】下部のファンより吸気された空気は、キャリア下面に設けられた穴より、間隔が保たれた単電池間及び単位電池間の凹凸部または保持体により構成された空間を通り、組電池上部へ抜け排気孔を通じて蓄電池システム外部へ排気される。各単位電池はキャリアに設けられた突出部により前後左右が拘束されており、単位電池上部に設けられた金属製の棒により上下方向にも拘束されている。流通する空気の風速は  $1.0 \text{ m/s}$  とした。空気の温度は  $20^\circ\text{C}$  とした。なお、システム電圧は 30 9.6 V である。

【0072】比較例として、以下の 3 種類のシステムを\*

	組電池	単位電池 1	単位電池 2	単位電池 3	単位電池 4	単位電池 5
本発明	9.8 Ah	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃	9.8 Ah 35℃
比較例 7	8.5 Ah	8.8 Ah 42℃	8.6 Ah 44℃	8.5 Ah 44℃	8.5 Ah 44℃	8.7 Ah 42℃
比較例 8	8.2 Ah	8.4 Ah 42℃	8.3 Ah 44℃	8.0 Ah 48℃	8.2 Ah 46℃	8.5 Ah 44℃
比較例 9	7.7 Ah	8.1 Ah 50℃	7.8 Ah 52℃	7.6 Ah 54℃	7.7 Ah 53℃	8.0 Ah 51℃

【0077】サイクル寿命試験は、放電容量を調べた充電条件と同じ条件をくり返すことにより行った。試験

\* 構成した。

（比較例 7）電極群の厚みをケースの厚みに対して 75% とし、初充放電を行った後に電極群の最外部が電槽と接しない状態の単電池を作成した。他は本発明の実施例 9 と同様の密閉式アルカリ蓄電池システムを構成した。

【0073】（比較例 8）電槽の外側が凸凹のない平面の単電池を作成し、単電池間を 3 mm とし隣接する単電池の電槽部分が接していない状態で単位電池を作成した。他は本発明の実施例 9 と同様の密閉式アルカリ蓄電池システムを構成した。

【0074】（比較例 9）実施例のようにアルミニウム製の板と鉄製のバンドを用いなく両端の単電池が集合方向に拘束されていない単位電池を作成した。その他は実施例 9 と同様の密閉式アルカリ蓄電池システムを構成した。

【0075】本発明のシステムと比較例 7、8 と 9 のシステムを用いて放電容量試験とサイクル寿命試験を行った。放電容量試験は、10 A で 12 時間充電後、1 時間放置し、20 A で 80 V まで放電した。組電池の放電容量の計算は、電池電圧が 80 V までの放電時間を用いて計算した。また、単位電池は 5 個選択し、5 V までの放電時間を用いて計算した。なお、単位電池 1 及び 5 は組電池の角に位置し、単位電池 2 及び 4 は外周中央に位置し、単位電池 3 は中央に位置する単位電池である。充電時には、各単位電池の単電池間およびアルミニウム製の板と単電池間のそれぞれの空間部分にキャリア下部からファンにより送風を行った。空間部分を通過する空気の風速は平均  $1.0 \text{ m/sec}$  とした。環境温度は  $20^\circ\text{C}$  とした。試験結果を表 11 に示した。

【0076】

【表 11】

結果を表 12 に示した。

【0078】



【表 12】

	本発明	比較例 7	比較例 8	比較例 9
サイクル寿命	900 サイクル継続中	540 サイクル	350 サイクル	320 サイクル

【0079】表 11 から明らかなように、本発明の組電池は放電容量が 98 Ah であり、単電池の放電容量 100 Ah の 98% の放電容量が得られた。これに対し、比較例 7、8 と 9 の組電池はそれぞれ 85 Ah、82 Ah、77 Ah であり、単電池の放電容量 100 Ah に比較して 77～85% の容量しか得られない。また、表 11 に、組電池を構成しているそれぞれの単位電池 1～5 の放電容量も合わせて示した。単位電池 1 と 5 は、組電池の角に配置され、単位電池 3 は組電池の中心部に配置されている。本発明の組電池を構成している単位電池 1～5 は、それぞれ同様の放電容量を示し、組電池の特性と一致している。これは、充電時に各単位電池の電極群等で発生した熱が、単位電池間の下部から上部に流している空気により均一に十分放熱され、それぞれの単位電池温度が環境温度に対して 15℃ 上昇にとどまっている。すなわち、優れた放電容量が得られた理由は、表 11 に示したように、組電池を構成する各単位電池の充電時における電池内温度は 35℃ と一定であり、各単位電池のニッケル正極の充電効率が低下しない温度条件下で十分にしかも均一に充電されたことによる。また、表 12 に示したように、本発明の組電池は、900 サイクルの充放電を繰り返しても放電容量が低下せず、優れたサイクル寿命特性が得られる。比較例 7 の組電池は、単電池が電極群と電槽とが接しない状態で構成されているため、電槽と電極間に空間が発生する。空間に存在するガスは、酸素、窒素と水素との混合ガスであるため熱伝導率は小さい。このため、電極群で発生した熱は電槽に伝わりにくく、単電池間に空気を送風しても放熱されにくい。表 11 に示したように、比較例 7 の組電池を構成する単位電池の充電末期温度は、42～44℃ であり、本発明の組電池に比べ 7～9℃ 温度が高い。その結果、各単位電池のニッケル正極の充電効率が低下し、放電容量が 85 Ah 程度に減少する。また、表 12 に示したように、この組電池は 540 サイクルで初期の放電容量に対して 50% の容量しか得られなくなる。

【0080】これは、電池温度が 7～9℃ 高いため、負極に用いている水素吸蔵合金の酸化や腐食が進行し、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。

【0081】比較例 8 の組電池は、電槽の外側が凹凸のない平面の単電池を用いた単位電池で、単電池間を 3mm とし、空気の通過を可能としたものであるが、隣接する単電池の電槽部分が接していない状態で構成している。

表 11 に示したように、組電池の放電容量は 82 Ah であり、本発明の組電池に比べて放電容量が小さい。

【0082】これは、充電時に電極群の膨脹や電池内圧の上昇により、隣接する単電池間が電槽外側の凸部により接触していないため、電槽が変形し空間幅が変化し、空気の流通が一定でなくなる。このため、単電池間に空気を送風しても放熱されにくく、特に組電池の中心に位置する単位電池は隣接する単位電池の熱により温度上昇は顕著となる。また、各単位電池の放電容量も 80～85 Ah と均一でなくなる。また、表 12 に示したように、この組電池は 350 サイクルで初期の放電容量に対して 50% の容量しか得られなくなる。これは、充放電を繰り返すことにより電槽の変形が増大し、空間幅が顕著に減少することにより送風による放熱効果が低下し、電池温度が上昇することにより、負極の性能が劣化して放電容量が減少したものと考えられる。比較例 9 の組電池は、アルミニウム製の板と鉄製のバンドにより両端の単電池が集合方向に拘束していない状態で構成されているため、充電時に電極群の膨脹や電池内圧の上昇による電槽の変形を抑制できず、電極群の膨脹は最も顕著となる。このため、正負極芯材である発泡状ニッケル多孔体またはパンチングメタルと正負極活物質との接触面積が減少し、導電性が低下する。正負極板の導電性が低下することにより単位電池の充電効率は低下し、充電時の発熱量は増大する。表 11 に示したように、比較例 9 の組電池を構成する単位電池の充電末期温度は 50～54℃ であり、本発明の組電池に比べ 15～19℃ 温度が高い。放電容量も 76～81 Ah と低い。また、表 12 に示したようにこの組電池は 320 サイクルで初期の放電容量に対して 50% の容量しか得られなくなる。

【0083】これは、充放電を繰り返すことにより電極群が膨脹し、正負極板の導電性が低下することにより充電効率が低下し、電池温度が上昇することにより、負極の性能が劣化し放電容量が減少したものと考えられる。

【0084】なお、本実施例において単位電池を 16 個直列に接続したものを組電池としたが、機器によっては、単位電池 2 個以上を直列または並列またはその組合せによって接続したものでも同様のシステムが構成できる。また、本実施例において振動吸収材はゴムを用いたが、バネを用いても同様の効果が得られる。なお、本実施例において単電池及び単位電池は実施例 1 で示した電槽外側面に凹凸部を有するものを用いたが、実施例 5 で示した単電池間に表面に凹凸部を有するスペーサーを介

した単位電池を用いても同様の密閉式アルカリ蓄電池システムが構成できる。また、本実施例では送風用にファンを用いたがブローを用いても同様の効果が得られ、単電池間に空気が流れる向きは上部から下部としても同様の効果が得られる。よって本実施例で用いた密閉式アルカリ蓄電池システムは、ファンまたはブローが吸気または排気または、複数設置しその両方の組合せ等の空気の流通する方向によらず、同様の効果が得られる。なお、充電時に送風を行わないと電極群で発生する熱が放熱せず、充電効率が極端に低下することから、単電池間の空間に  $0.1 \text{ m/s}$  以上の送風を行うことが望ましい。また、本実施例では上方から金属製の棒によって上下方向\*

\*を拘束したが、布製のベルトでも同様の効果が得られる。

【0085】（実施例10）実施例9で説明した密閉式アルカリ蓄電池システムの組電池を用い、電解液の量を変化させて実施例9と同様なシステムを作成した。作成した組電池のNo.と電解液量との関係を表13に示す。これらの組電池を用いて実施例9と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表13に示した。

10 【0086】

【表13】

No.	電解液量	利用率	サイクル寿命
39	120cc	88.2%	430サイクル
40	130cc	90.1%	700サイクル
41	200cc	93.5%	900サイクル
42	280cc	94.8%	850サイクル
43	290cc	95.0%	600サイクル

【0087】電解液量が120ccであるNo.39の組電池は、ニッケル正極に対して液不足であるため、利用率およびサイクル寿命とも低下する。また電解液量が290ccであるNo.43の組電池は、利用率が95%と良好であるがサイクル寿命が280ccのときより低下する。これは、電解液量が多量であるため10Aの電流値で充電した場合、過充電時に正極から発生する酸素ガスの負極での吸収反応が低下し、安全弁からガスや電解液が漏液しサイクル寿命が低下する。No.40～42の電池容量は100Ahであるから1Ah当たりの電解液量はそれぞれ1.3、2.0、2.8である。以上のことから、電解液量は1.0～2.8cc/Ahであることが望ましい。なお、正極に3次元構造を有する発泡状ニッケル多孔体を用いた場合を示したが、板状金

30 属の両側に活物質を保持させた正極を用いた場合でも同様の効果が得られる。また本実施例では負極に2次元のパンチングメタルを用いた場合を示したが、3次元の金属製多孔体を用いた場合も同様の効果が得られる。

【0088】（実施例11）実施例9の本発明の密閉式アルカリ蓄電池システムにおいて、空間を通過する空気の温度を変化させて実施例9と同様な試験を行った。作成した組電池のNo.と空気の温度との関係を表14に示す。これらの組電池を用いて実施例9と同じ条件で利用率およびサイクル寿命試験を行った結果も合わせて表14に示した。

40 【0089】

【表14】

No.	空気温度	利用率	サイクル寿命
44	-30℃	80.2%	430サイクル
45	-20℃	92.1%	650サイクル
46	0℃	94.0%	850サイクル
47	20℃	93.5%	900サイクル
48	50℃	90.8%	750サイクル
49	60℃	85.0%	550サイクル

【0090】空気温度が-30℃であるNo. 44の組電池は、電解液の部分的な凝固により、利用率およびサイクル寿命とも低下する。また空気温度が60℃であるNo. 49の組電池は、流通する空気温度が高温であるため送風による放熱効果が上がらず、充電効率が低下して利用率及びサイクル寿命とも低下する。No. 45～48の組電池は比較的良好な利用率、サイクル寿命とも良好な結果が得られた。以上のことから、空気温度は-20～50℃であることが望ましい。

【0091】以上のように、本発明によれば各単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接し、さらに各単電池は隣接する単電池と電槽部分の少なくとも一部が接し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の全面もしくは一部分を拘束して各単電池間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有する構造としているため、充放電の繰り返しによる発電要素群の膨脹による電槽の変形や単電池内の内圧上昇による電槽の膨脹が防止できる。単電池内の発電要素群が充放電の繰り返しにより膨脹する力が発電要素群の厚み方向に働いた場合、電槽には同様の方向に力が作用し単電池間の幅が減少する。その結果、空気の通過が困難となり、種々の電池特性や信頼性に支障をきたす。しかし、本発明の構成では発電要素群と電槽部分と隣接する単電池の電槽の部分が接触し間隔が固定され、単位電池が保持体により単電池の集合方向に拘束しているため、膨脹する力が発電要素群の厚み方向に働いた場合でも、単電池と単位電池が固定されているため電槽の変形は生じない。単電池内の内圧上昇による電槽の膨脹が発生した場合も同様である。また、単位電池内で各単電池と隣接する単電池間に

スパーサーを挿入し間隔を固定した場合も同様な効果により、電槽の変形は生じない。したがって、充電時や放電時に空気を常にセル間に均一に通過させることが可能となり、放熱効果に優れた単位電池を提供することができる。

【0092】次に、セパレータを介した正極板と負極板とが複数枚で構成された電極群とアルカリ電解液とが電槽部に挿入され、安全弁を備えた蓋部で封口された単電池の集合電池（単位電池）を複数個組み合わせ、各単電池間および単位電池間は電気的に接続された組電池を用いた密閉式アルカリ蓄電池システムであって、単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接しており、各単電池は隣接する単電池との間に空気が少なくとも一方向に通過できる空間を有し、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の前面もしくは一部分が拘束されており、組電池はキャリアに固定され、ファンまたはブローアを用いて吸気あるいは排気、または吸気および排気の両方により空気を強制的に通過させる構成としたものである。

【0093】本構成によると、単電池内の電極群の最外部の少なくとも一部が電槽と接しているため電池内の熱を効率良く電槽に伝達することができる。また、単位電池は保持体によりその集合方向の両端の前面もしくは一部分が拘束されているため、電池内圧の上昇や電極群の膨脹により電槽の変形を抑制することが可能である。また、振動等による単電池間のズレも防止できる。次に、このような単位電池からなる組電池を、ファンまたはブローアを用いて吸気あるいは排気、または吸気および排気の両方により空気を強制的に通過させる構成とするこ

とにより、各電池間の空間部に均一に空気を流すことができ、各電池の放熱が均一となる。その結果、各電池間の温度が均一となり電池の容量バラツキを防止することができ、サイクル寿命特性を向上させることができる。

【0094】

【発明の効果】以上のように、本発明の構成であれば電槽の変形や膨脹がなく、電池内で発生した熱を電池外部に効率良く放出することにより、各単電池の容量バラツキを防止することができ、サイクル寿命特性に優れた単位電池とそのシステムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

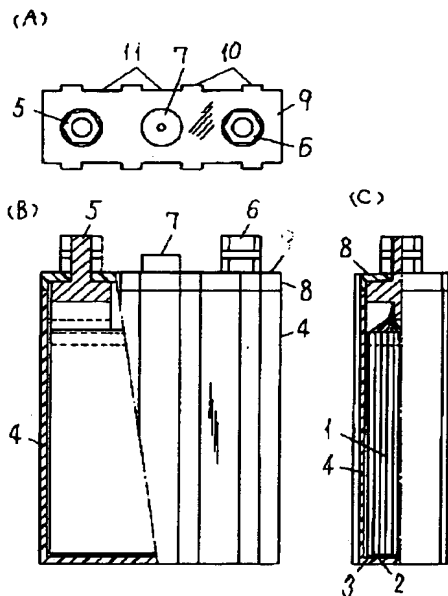
【図1】(A) 本発明で作成した密閉式アルカリ蓄電池の単電池の上面図

(B) 同一部を破断した正面図

(C) 同一部を破断した側面図

【図2】(A) 本発明で作成した密閉式アルカリ蓄電池の単位電池の上面図

【図1】

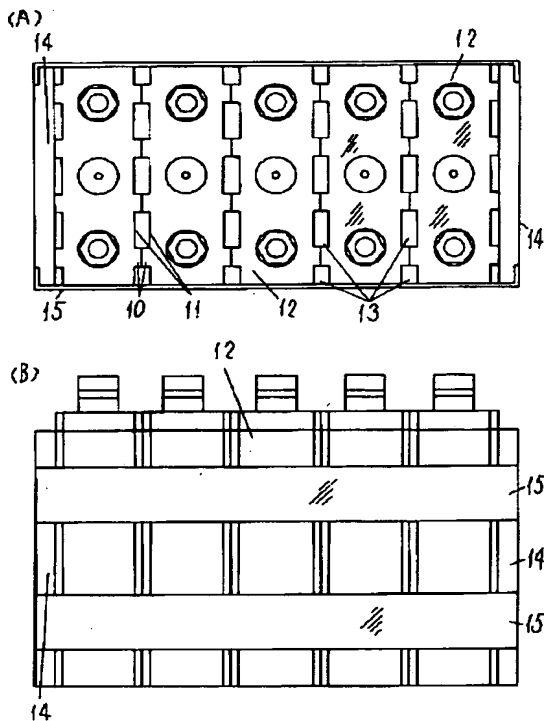


\* (B) 同側面図

【符号の説明】

- 1 電極群
- 2 正極板
- 3 負極板
- 4 電槽
- 5 正極端子
- 6 負極端子
- 7 安全弁
- 10 蓋
- 9 単電池
- 10 凸部
- 11 凹部
- 12 単位電池
- 13 空間
- 14 アルミニウム製の板
- 15 鉄製のバンド

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 生駒 宗久

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内